à Monsieur le professeur (?) Bern…
hommage de l'auteur
Cl. Bern…

DU

SUC PANCRÉATIQUE,

ET DE SON ROLE

DANS LES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION;

Par le Dr Cl. BERNARD,

Professeur d'Anatomie et de Physiologie expérimentale,
Suppléant de M. Magendie au Collége de France,
Lauréat de l'Institut de France (Académie des Sciences),
Membre de la Société philomatique, Vice-Président de la Société de Biologie.

Mémoire lu à la Société de biologie.

Extrait des Archives générales de médecine.

PARIS.

RIGNOUX, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 29 BIS.

1849

DU

SUC PANCRÉATIQUE,

ET DE SON ROLE

DANS LES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION.

Depuis longtemps les anatomistes considèrent le pancréas comme une glande salivaire abdominale. Guidés sans doute par la même induction et aussi par des expériences insuffisantes, quelques physiologistes ont donné au suc pancréatique les attributs de la salive. Cette comparaison entre le pancréas et les glandes salivaires est fausse, et elle est bien loin d'exprimer les usages du suc pancréatique dans la digestion tels que je vais les établir.

Je me propose pour but, dans ce travail, de démontrer expérimentalement que le fluide pancréatique est destiné, à l'exclusion de tous les autres liquides intestinaux, à modifier d'une manière spéciale, ou autrement dit, à digérer les matières grasses neutres contenues dans les aliments, et à per-

mettre de cette manière leur absorption ultérieure par les vaisseaux chylifères (1).

Je ne raconterai pas ici comment et par quelle série de faits j'ai été amené à découvrir ce rôle remarquable et imprévu de la glande pancréatique. Je dirai seulement que ce n'est qu'après une étude longue et attentive faite sur la nature vivante que je suis parvenu à déterminer nettement les conditions expérimentales des phénomènes physiologiques que je vais décrire. J'indiquerai donc d'abord avec soin, quoique brièvement, les circonstances variables de l'expérimentation qui peuvent modifier les propriétés du suc pancréatique, afin que les résultats que j'annoncerai soient faciles à reproduire pour quiconque voudra répéter mes expériences.

§ Ier. — *De l'extraction du suc pancréatique et des conditions de sa sécrétion.*

1re EXPÉRIENCE. — *Au début de la digestion.* Une très-grosse chienne de chasse, épagneule, à jeun depuis douze heures et bien portante, fit, à sept heures du matin, un repas de viande assez copieux, après quoi elle but de l'eau. Presque aussitôt après que l'ingestion des aliments fut terminée, l'animal fut placé sur une table afin de lui extraire son suc pancréatique. Je suivis à cet effet le procédé expérimental ordinaire, c'est-à-dire que je pratiquai dans l'hypochondre droit, au-dessous du rebord des côtes, une incision qui me permit d'amener au dehors le duodénum et une partie du pancréas. Le tissu du pancréas était d'une coloration rosée légère, et ses vaisseaux étaient modérément gonflés par le sang. Le duodénum était vide d'aliments, et aucun chylifère blanc n'y était visible. J'isolai aussi rapidement que possible le plus volumineux des deux conduits pancréatiques qui, chez le chien, s'ouvre isolément et obliquement dans le duodénum, à 2 centimètres environ plus bas que le canal cholédoque. Ce conduit, d'un blanc nacré et de la grosseur d'une forte plume de corbeau, était gonflé par du

(1) Les premiers résultats de mes recherches sur le pancréas sont consignés dans le journal *l'Institut*, au commencement de l'année 1848.

liquide. A chaque effort que faisait l'animal en criant, la quantité de liquide affluait plus considérable, et le canal devenait plus distendu. J'ouvris alors le conduit pancréatique avec la pointe de ciseaux fins, et immédiatement il s'en écoula par grosses gouttes perlées du suc pancréatique incolore, limpide, offrant une consistance visqueuse et filante. En ouvrant le conduit du pancréas vers son insertion sur le duodénum, il s'écoula aussi un peu de sang par suite de la lésion de petits vaisseaux voisins. Mais ce qu'il y eut alors de remarquable, c'est que le suc pancréatique ne se mélangea pas avec le sang, et qu'il en resta isolé à la manière d'un liquide huileux ou d'une dissolution fortement gommée.

J'introduisis alors dans le conduit pancréatique ouvert un petit tube d'argent de 3 millimètres de diamètre et de 15 centimètres de longueur, que je fixai à l'aide d'un fil préalablement passé sous le conduit. Puis ayant fait rentrer dans l'abdomen le duodénum et le pancréas, je fermai la plaie par une suture en ayant soin de laisser sortir au dehors l'extrémité libre du tube d'argent, à l'aide duquel je devais recueillir le fluide pancréatique. En effet, presque immédiatement du liquide pancréatique s'écoula par le tube sous formes de grosses gouttes filantes, limpides, se succédant avec plus de rapidité quand l'animal faisait un effort, et offrant une réaction très-alcaline au papier de tournesol.

Après avoir constaté la réaction alcaline des premières gouttes de suc pancréatique, je fixai pour le recueillir une petite vessie de caoutchouc sur le tube; cette petite vessie avait été préalablement comprimée de manière à en chasser l'air et à faire aspiration sur le liquide par la tendance des parois de caoutchouc à reprendre leur forme arrondie. L'animal, étant ensuite délié et remis en liberté, alla se coucher dans un coin du laboratoire, où il resta tranquille sans présenter aucun phénomène fâcheux.

La petite vessie fut appliquée au tube à sept heures et demie du matin; je revins au laboratoire à une heure de l'après midi (par conséquent, cinq heures et demie après). Je trouvai le chien calme et toujours couché. Je détachai alors la petite vessie gonflée par du liquide, et je constatai qu'elle contenait 8 grammes 7 décigrammes de suc pancréatique limpide, incolore, onctueux, filant et ramenant fortement au bleu le papier de tournesol rougi. Du liquide offrant les mêmes caractères s'écoulait toujours goutte à goutte par le tube sur lequel je replaçai la petite vessie de caoutchouc. A cinq heures du soir, je retirai de nouveau la petite vessie,

8 grammes juste de suc pancréatique bien alcalin et offrant les caractères précédemment indiqués.

Le lendemain dans la matinée, deuxième jour de l'opération, le suc pancréatique coulait en abondance, et les gouttes se succédaient rapidement. J'obtins de la même manière, et dans l'espace d'une heure et quart, 16 grammes de suc pancréatique qui était évidemment modifié. Ce liquide toujours fortement alcalin était fluide comme de l'eau, et avait perdu toute la viscosité qu'il avait la veille; de plus, il était légèrement opalescent, et laissait déposer un petit nuage tomenteux au fond du verre. Dans la soirée, le tube d'argent tomba avec la ligature. L'animal ne mangea rien, il ne fit que boire abondamment, il avait de la fièvre, et la plaie était très-enflammée.

Le troisième jour de l'opération, le chien but du lait. La plaie du ventre entra en suppuration, et au bout de huit à neuf jours, elle fut entièrement cicatrisée et le chien parfaitement guéri.

L'expérience que je viens de rapporter fournit un exemple de la plus grande réussite possible. En effet, l'opération a été rapide; le pancréas n'a été attiré au dehors que dans une petite portion de son étendue, et il n'est pas resté exposé à l'air plus de cinq à six minutes, temps qui a été nécessaire pour trouver le conduit pancréatique, l'isoler, l'ouvrir, et y fixer le tube d'argent. Le tissu du pancréas n'était que légèrement turgide; l'animal était au début de la digestion, et c'est dans cette condition que j'ai toujours pu obtenir les quantités les plus considérables de suc pancréatique. Nous avons recueilli, depuis sept heures et demie du matin jusqu'à cinq heures du soir, 16 grammes 7 décigrammes de suc pancréatique, ce qui fait en moyenne presque 2 grammes par heure. Le lendemain, après le développement des symptômes inflammatoires de la plaie, nous avons obtenu 16 grammes du même fluide en une heure et un quart. La quantité de la sécrétion était donc considérablement accrue, mais le suc pancréatique offrait alors une très-grande fluidité et était profondément modifié dans ses propriétés physiologiques, ainsi que nous le verrons plus loin.

2e EXPÉR. — *En pleine digestion.* Sur un gros chien très-vivace, ayant fait un repas de viande quatre heures avant, et se trouvant en pleine digestion, j'ai attiré le pancréas au dehors de la même manière que dans l'expérience précédente, après quoi, j'ai isolé son conduit sur lequel a été fixé un tube d'argent de 3 millimètres de diamètre. Le pancréas était gorgé de sang, ses vaisseaux étaient turgescents, et son tissu présentait une coloration rouge intense. Le duodénum contenait des aliments, et à sa surface rampaient des vaisseaux chylifères nombreux pleins de chyle blanc et homogène. Les parties étant rentrées dans l'abdomen et environ deux minutes après l'apposition du tube sur le conduit pancréatique, il s'en écoula une goutte de suc pancréatique limpide d'un aspect visqueux et gluant, et offrant au papier de tournesol une réaction alcaline très-marquée. Il coulait ainsi 2 ou 3 gouttes de fluide pancréatique par minute. J'appliquai, à onze heures du matin, la petite vessie de caoutchouc sur le tube d'argent, et je revins au laboratoire six heures après. Je retirai alors de la vessie 5 grammes de suc pancréatique, limpide, visqueux, d'aspect gluant, et ramenant fortement au bleu le papier de tournesol rougi. Le lendemain (2e jour de l'opération), je pus recueillir dans la matinée environ 25 grammes de suc pancréatique. Mais ce suc du lendemain, plus abondant que celui de la veille, était devenu très-fluide, dépourvu de viscosité, légèrement opalin et offrait toujours une réaction alcaline très-marquée au papier de tournesol. La plaie de l'abdomen était sensible et enflammée. Les jours suivants, ces symptômes disparurent, la plaie se cicatrisa, et le chien fut promptement guéri.

Cette deuxième expérience a été faite rapidement et dans de bonnes conditions. Elle ne diffère de la première qu'en ce que l'animal était en pleine digestion, au lieu d'être au début. Si nous résumons les résultats obtenus, nous voyons : 1° que dans cette expérience pendant la digestion, le pancréas était turgide, gonflé de sang, et comme érectile ; 2° que la quantité de suc pancréatique fournie a été moins abondante ; 3° que le lendemain, après le développement de l'inflammation dans la plaie, la sécrétion pancréatique a été augmentée, et que le suc devenu plus aqueux était évidemment modifié.

3e expér. — *Pendant l'abstinence.* Sur un chien de taille moyenne et bien portant, à jeun depuis vingt-quatre heures, j'attirai au dehors une partie du pancréas par une petite plaie faite dans l'hypochondre droit. La première chose qui me frappa fut l'extrême pâleur du pancréas; cet organe était comme exsangue, ses vaisseaux peu développés, et la couleur de son tissu se rapprochait de la blancheur du lait. Le canal pancréatique était vide et aplati : je l'incisai, rien ne s'en écoula; j'y plaçai comme à l'ordinaire un petit tube d'argent, après quoi je rentrai dans le ventre la portion de pancréas herniée, puis je fermai la plaie par une suture. J'observai pendant dix minutes, et rien ne s'écoula par l'extrémité du tube d'argent. Après ce temps, j'y fixai la petite vessie de caoutchouc. Trois heures après, je l'enlevai; elle était vide, et à peine ses parois étaient humectées par des traces du suc pancréatique. Cependant une goutte de liquide s'étant formée au bout du tube, je pus nettement constater l'aspect gluant et filant et la réaction alcaline du fluide pancréatique. Pendant le reste de la journée, il ne s'écoula que quelques gouttes très-rares de suc pancréatique avec les caractères que je viens de signaler. Le lendemain soir (trente heures environ après l'opération), la sécrétion pancréatique était devenue excessivement abondante, et il s'écoulait avec rapidité par le tube d'argent des gouttes d'un liquide incolore, dépourvu de viséosité, fluide comme de l'eau, et offrant une réaction très-franchement alcaline au papier de tournesol. Je recueilli environ 18 grammes de ce suc pancréatique en une heure. Les bords de la plaie étaient tuméfiés et enflammés. Le lendemain, le tube d'argent tomba avec sa ligature, et quelques jours après le chien était parfaitement guéri.

Cette expérience, qui a également été faite rapidement et dans de bonnes conditions, nous démontre que pendant l'abstinence le tissu du pancréas est blanc, exsangue, en même temps que son conduit est vide et aplati. La quantité de suc pancréatique qu'on peut recueillir à ce moment est excessivement faible et insuffisante pour les expérimentations. Le lendemain, lorsque l'inflammation de la plaie se fut manifestée, la sécrétion pancréatique devint très-active, mais ce suc n'avait pas ses caractères normaux et était altéré.

Ainsi donc, dans des expériences faites dans des conditions

expérimentales aussi bonnes que possible, il peut se faire qu'on obtienne des quantités variables de suc pancréatique suivant que l'animal sera dans l'abstinence ou dans une période différente de la fonction digestive. Mais l'expérimentation mal faite peut également de son côté modifier la sécrétion pancréatique, comme on va le voir.

4e et 5e EXPÉR. — *Irrégulièrement faites.* 1° Sur un chien de taille moyenne, vigoureux et très-indocile, étant en digestion, j'appliquai comme à l'ordinaire le tube d'argent au canal pancréatique, mais il y eut, au moment de l'issue du pancréas, par la plaie, une hernie considérable des autres viscères abdominaux. La réduction en fut très-longue et très-difficile, à cause des efforts constants que l'animal faisait en se débattant. Il s'en suivit que le pancréas et une partie des intestins restèrent pendant longtemps exposés à l'air, et que ces organes se trouvèrent ensuite plus ou moins malaxés avant d'arriver à les faire rentrer dans le ventre. Après cette opération laborieuse, le chien paraissait mal à son aise, et il fut pris de vomissements. Rien ne coula par le tube d'argent, et la sécrétion pancréatique fut complétement suspendue pendant quatre ou cinq heures. Après ce temps, deux ou trois gram. d'un fluide alcalin, mais sans viscosité et légèrement trouble, purent être obtenues : c'était du suc pancréatique altéré. Les jours suivants, le chien fut affecté d'une violente péritonite dont cependant il ne mourut pas.

2° Sur un autre chien, également en digestion, l'incision dans l'hypochondre droit avait été faite trop petite, si bien que le pancréas et la portion de duodénum attirés au dehors furent comprimés et étranglés par le pourtour de la plaie. Par l'obstacle au retour du sang veineux, ces organes deviennent rapidement turgides et violacés, et la recherche du conduit pancréatique fut par cela rendue plus longue et plus difficile. Ce qu'il y eut de particulier dans cette expérience, c'est qu'en ouvrant le canal pancréatique, il en sortit deux ou trois gouttes d'un suc qui était rougeâtre, au lieu d'être incolore et limpide comme à l'ordinaire. Après avoir réduit les organes et cousu la plaie, il s'écoula par le tube d'argent, en quatre heures environ, 1 gramme de suc pancréatique légèrement visqueux, alcalin, mais présentant toujours une coloration rougeâtre anormale. Le fluide pancréatique qui fut recueilli ensuite était

devenu incolore et présentait à peu près ses caractères normaux ; toutefois sa viscosité était moins grande. Tout le reste de l'expérience se passa comme à l'ordinaire et le chien guérit.

Depuis deux ans, pour répéter mes expériences dans mes cours ou pour les montrer aux savants qui désiraient les voir, j'ai extrait du suc pancréatique sur trente-quatre chiens. Toutefois je me suis borné à rapporter les sept expériences qui précèdent, parce qu'elles résument à peu près toutes les circonstances de l'expérimentation nécessaires à connaître. Or, de ces expériences il résulte que lorsqu'on voudra obtenir la plus grande quantité de suc pancréatique possible, il faudra prendre un chien au début de sa digestion. De plus, il faudra faire l'expérience avec célérité et laisser le pancréas exposé à l'air le moins longtemps possible. Dans ces conditions, la sécrétion du suc pancréatique n'est pas suspendue par l'opération, et la quantité qu'on peut en obtenir avant le développement des conditions morbides ne m'a jamais paru dépasser 2 grammes par heure sur un gros chien. Cette quantité devient bien moindre si l'expérience est faite avec lenteur et dans de mauvaises conditions. Mais une autre circonstance bien importante à signaler, c'est que la sécrétion pancréatique augmente considérablement au moment où survient l'inflammation consécutive du pancréas. Quelquefois ce phénomène se manifeste peu de temps après l'opération ou bien n'arrive que le lendemain ou même le surlendemain. Mais cette sécrétion altérée est, ainsi que nous le verrons, dépourvue des propriétés physiologiques du suc pancréatique normal.

Il était donc bien important de pouvoir éviter ces difficultés et ces causes d'incertitude dans l'extraction du suc pancréatique. J'ai pensé pour cela à établir des fistules pancréatiques; mais pour arriver à ce but, j'ai rencontré des difficultés incroyables. Le canal pancréatique divisé se rétablit en quelques jours, de sorte que, pour maintenir l'écoule-

ment du liquide au dehors, il m'a fallu faire usage d'un appareil tout à fait spécial. J'ai pu assez facilement obtenir l'évacuation permanente du fluide pancréatique au dehors; mais alors, quoique les animaux continuassent à manger, ils ne résistaient pas à la déperdition incessante du liquide pancréatique, et ils mouraient au bout de dix ou quinze jours dans le marasme et dans l'amaigrissement le plus étonnant. En définitive, il me fallut arriver à construire un appareil combiné de telle sorte qu'on pût, à volonté, tirer le suc pancréatique et le rendre à l'animal hors le temps de l'expérimentation. J'ai finalement réussi après deux ans de patience; mais comme cet appareil s'applique également au canal cholédoque, j'en donnerai la description ultérieurement en m'occupant du rôle de la bile et du suc pancréatique réunis dans les phénomènes de la digestion.

§ II. — *Caractères physiques et chimiques du suc pancréatique.*

D'après ce qui a été établi précédemment, nous distinguerons deux sortes de suc pancréatique : 1° le suc pancréatique *normal*, obtenu dans de bonnes conditions, avant que l'inflammation se soit emparée du pancréas, ou bien recueilli chez un chien qui possède une fistule pancréatique ancienne; 2° le suc pancréatique *morbide*, qui est sécrété habituellement en grande abondance au moment où les symptômes de réaction inflammatoire se manifestent dans le pancréas et dans la plaie du ventre.

Le suc pancréatique *normal* est un liquide incolore, limpide, visqueux et gluant, coulant lentement par grosses gouttes perlées ou sirupeuses, et devenant mousseux par l'agitation. Ce fluide est sans odeur caractéristique; placé sur la langue, il donne la sensation tactile d'un liquide visqueux; son goût a quelque chose de salé qui est très-analogue à la saveur du sérum du sang. — J'ai constamment rencontré

la réaction du suc pancréatique très-manifestement alcaline ; je ne l'ai jamais, dans aucun cas, trouvée neutre, ni acide. — Le liquide pancréatique normal, exposé à la chaleur, se coagule en masse et se convertit en une matière concrète d'une grande blancheur. La coagulation est entière et complète comme s'il s'agissait du blanc d'œuf : tout devient solide, et il ne reste pas une seule goutte de liquide libre. Cette matière blanche du suc pancréatique est également précipitée par l'acide azotique ainsi que par l'acide sulfurique et par l'acide chlorhydrique concentré. Les sels métalliques, l'esprit de bois, et l'alcool, précipitent encore d'une manière complète la matière organique du suc pancréatique. Les acides acétique, lactique et chlorhydrique, étendus, ne coagulent pas le suc pancréatique. Les alcalis n'y produisent non plus aucun précipité, et ils redissolvent sa matière organique quand elle a été préalablement coagulée par la chaleur, les acides ou l'alcool.

En résumant ces caractères du suc pancréatique, il semble bien qu'on soit en droit d'en conclure, ainsi que cela a été déjà fait par M. Magendie, MM. Tiedemann et Gmelin, etc., que le fluide pancréatique se comporte à la manière des liquides albumineux. En effet, une matière soluble qui se coagule par la chaleur et les acides énergiques possède bien les caractères de l'albumine. Cependant il n'y a aucun rapport sous le point de vue physiologique, ainsi que nous le verrons, entre le suc pancréatique et un liquide albumineux. Or, comme je prouverai que c'est ce principe coagulable qui est le principe actif, j'arrive forcément à conclure que la matière du suc pancréatique n'est pas de l'albumine physiologiquement, malgré qu'elle en offre les caractères chimiques. Je dirai cependant que cette identité n'est pas complète ; car j'ai pu trouver des caractères pour distinguer chimiquement la matière pancréatique de l'albumine ; je me bornerai à citer le suivant. Lorsque la matière du suc pancréatique a été coagulée

par l'alcool, puis desséchée, elle se redissout en totalité et avec facilité dans l'eau (1), tandis que l'albumine, traitée de la même manière, ne se redissout plus dans l'eau d'une façon appréciable.

Le suc pancréatique *morbide* est un liquide de consistance aqueuse, dépourvu de viscosité, habituellement incolore, mais souvent opalescent, et quelquefois coloré en rougeâtre. Ce fluide présente une saveur salée et nauséeuse en même temps, sa réaction s'est toujours montrée alcaline, sa densité est moins grande. Traité par la chaleur et les acides, il ne se coagule plus. — La transformation du suc pancréatique *normal* en suc pancréatique *morbide* ne se fait pas brusquement, elle arrive au contraire d'une manière graduelle, de sorte qu'entre les caractères assignés au suc pancréatique *normal* et *morbide* on peut trouver beaucoup d'intermédiaires. Toutefois ces variations ne portent que sur la présence de la matière active coagulable, qui est très-abondante dans le premier suc pancréatique retiré après l'opération bien faite, tandis que la proportion de cette même matière diminue progressivement à mesure qu'on s'éloigne de ce moment, et peut manquer complétement lorsque l'inflammation s'est emparée franchement du tissu pancréatique. A mesure que cette matière disparaît, le suc pancréatique devient de plus en plus aqueux et perd son activité. Tout cela peut encore se résumer en disant que le suc pancréatique est d'autant plus normal et plus actif qu'il se coagule davantage par la chaleur, et qu'il est d'autant plus inerte et plus altéré qu'il se coagule moins.

Le suc pancréatique est sans contredit le plus altérable de tous les liquides de l'économie. Lorsqu'on expose du suc

---

(1) Et elle donne à l'eau la viscosité particulière du suc pancréatique et ses propriétés physiologiques; de sorte que c'est bien là la matière active du suc pancréatique.

pancréatique normal à une température basse (5 à 10° + 0), il peut être conservé plusieurs jours, et alors on remarque que par l'abaissement de température la viscosité du liquide augmente, et qu'il devient d'une consistance analogue à celle d'une gelée légère. Si au contraire on maintient le suc pancréatique à la température de 40 à 45°, il se modifie rapidement, et au bout de quelques heures, il est complétement altéré, c'est-à-dire qu'il répand une odeur nauséeuse, qu'il présente un dépôt nuageux, et perd la propriété de se coaguler par la chaleur. La réaction alcaline du liquide persiste toujours dans ces circonstances. Pendant les chaleurs de l'été, dans les temps orageux, cette altération du suc pancréatique s'opère quelquefois en très-peu d'instants : il faut alors bien avoir soin de maintenir au frais le suc pancréatique et l'animal qui le fournit, parce que l'altération du fluide aurait lieu dans la petite vessie de caoutchouc destinée à le recueillir, et fixée à l'extrémité du tube d'argent. Le dépôt qui se produit au moment de l'altération du fluide pancréatique m'a présenté quelquefois un aspect soyeux particulier : j'ai toujours trouvé dans ces cas, au microscope, une grande quantité de cristaux en aiguille, offrant les caractères des cristaux de margarine ou d'acide margarique.

J'ai étudié le suc pancréatique sur les lapins, les chevaux et les oiseaux (poules et pigeons), et j'ai constaté que chez ces animaux, le suc pancréatique, obtenu dans de bonnes conditions, était, comme chez le chien, un liquide incolore plus ou moins filant, à réaction très-nettement alcaline, et se coagulant complétement par la chaleur.

Maintenant que nous connaissons toutes les variations que peut éprouver le suc pancréatique; il deviendra facile pour tout le monde de trouver la cause des dissidences des auteurs sur la quantité de l'albumine contenue dans le suc pancréatique. Du reste, cette distinction du suc pancréatique en suc *normal* et suc *morbide* ou *altéré* n'est pas seulement une distinction

utile pour étudier les propriétés physiques et chimiques de ce fluide ; mais cette distinction est surtout indispensable pour se rendre compte de ses propriétés physiologiques ou digestives, ce qui, à notre point de vue, est la chose la plus importante.

§ III. — *Propriétés physiologiques du suc pancréatique; son action spéciale sur les matières grasses neutres étudiée en dehors de l'animal.*

J'ai dit, au commencement de ce mémoire, que le suc pancréatique était destiné, à l'exclusion de tous les autres liquides intestinaux, à modifier d'une manière spéciale, ou, autrement dit, à digérer les matières grasses neutres qui peuvent se rencontrer dans les aliments. Rien n'est si facile à démontrer.

1re EXPÉRIENCE. — Sur 2 grammes de suc pancréatique fraîchement extrait, alcalin et visqueux et possédant tous les caractères du fluide pancréatique *normal,* on ajouta dans un tube fermé par un bout 1 gramme d'huile d'olives. L'huile, à cause de sa pesanteur spécifique, se tint à la surface, mais en agitant pour opérer le mélange des liquides, il en résulta aussitôt une émulsion parfaite, et tout se transforma en un liquide semblable à du lait ou mieux à du chyle.

2e EXPÉR. — Sur 2 grammes de suc pancréatique frais et normal, on ajouta dans un tube fermé par un bout 1 gramme de beurre frais, on plaça le mélange au bain-marie à la température de 35 à 38° cent., peu à peu le beurre se fluidifia, et en agitant, il fut complétement émulsionné par le suc pancréatique, et il en résulta, comme dans l'expérience précédente, un liquide épais, onctueux, blanc comme du chyle.

3e EXPÉR. — Avec 1 gramme de graisse de mouton (suif), on mélangea dans un tube fermé par un bout 2 grammes de suc pancréatique frais et normal ; le tout fut exposé au bain-marie, à la température de 35 à 38° cent. Bientôt la graisse de mouton se fluidifia, et agitée avec le suc pancréatique, elle fut transformée en un liquide blanc, semblable à du chyle.

4e EXPÉR. — 1 gramme de graisse de porc (saindoux) fut mélangé avec 2 grammes de suc pancréatique frais et *normal*. En agitant à froid, l'émulsion s'opérait déjà très-visiblement, mais en chauffant au bain-marie de 35 à 38°, l'émulsion fut instantanée, et tout fut transformé en un liquide blanc, crémeux, comme dans les cas précédents.

En laissant les produits des quatre expériences ci-dessus indiqués au bain-marie de 35 à 38° pendant quinze à dix-huit heures, l'émulsion dans tous les tubes se maintint parfaitement; le liquide blanchâtre et crémeux ne changea pas du tout d'apparence, et il n'y eut, par suite du repos du mélange, aucune séparation entre la matière grasse et le liquide pancréatique. Mais au bout de quelques heures il devint évident que, sous l'influence du suc pancréatique, la graisse n'avait pas été simplement divisée et émulsionnée, mais qu'elle avait en outre été modifiée chimiquement. En effet, au moment du mélange, la matière grasse neutre et le suc pancréatique alcalin constituaient un liquide blanchâtre à réaction alcaline, tandis que, cinq ou six heures après, le mélange avait acquis une réaction très-nettement acide. En examinant ce qui s'était passé, il fut très-facile de constater, à l'aide de moyens ordinaires, que la matière grasse avait été dédoublée en glycérine et en acide gras. Dans le tube où du beurre avait été soumis à l'action du suc pancréatique, l'acide butyrique était reconnaissable à distance par son odeur caractéristique.

Des faits qui précèdent, il résulte donc que le suc pancréatique *normal* possède la propriété d'émulsionner instantanément et d'une manière complète les matières grasses neutres, et de les dédoubler ensuite en acide gras et en glycérine.

Le suc pancréatique seul jouit de cette propriété, avons-nous dit, et aucun autre liquide de l'intestin ou de l'économie n'exerce une semblable action sur les matières grasses neutres. Il est encore très-facile de donner la preuve de cette assertion.

1re expérience. — *Bile.* On mélangea dans un tube fermé par un bout, avec 2 grammes de bile de chien fraîche et très-légèrement alcaline, 1 gramme d'huile d'olive. On agita fortement le mélange et on le plaça ensuite au bain-marie à la température de 35 à 38° cent. Au moment de l'agitation, l'huile se mélangea mécaniquement avec la bile de manière à former un liquide jaune et opaque; mais une demi-heure après, par suite de repos, l'huile s'était complétement séparée et revenue à la surface, tandis que la bile formait une couche parfaitement distincte dans la partie inférieure du tube. L'huile n'avait aucunement été modifiée. Avec la bile de bœuf et de lapin, les choses se passèrent de la même manière.

2e expér. — *Salive.* Avec 2 grammes de salive d'homme fraîche et alcaline, on mélangea 1 gramme d'huile d'olive. On agita fortement le mélange, et on le plaça au bain-marie à la température de 35 à 38° cent. Une division mécanique de l'huile eut également lieu, mais bientôt il y eut par le repos séparation complète de la salive et de l'huile, qui surnageait en conservant toutes ses propriétés physiques et chimiques. La salive du chien et celle du cheval furent également sans action sur l'huile d'olive.

3e expér. — *Suc gastrique.* 2 grammes de suc gastrique de chien, frais et très-nettement acide, furent additionnés de 1 gramme d'huile d'olive. L'agitation produisit un mélange momentané du suc gastrique avec l'huile, qui bientôt remonta à la surface du liquide sans avoir été modifiée.

4e expér. — *Sérum du sang.* 1 gramme d'huile d'olive fut ajouté à 2 grammes de sérum du sang, provenant d'un chien saigné à jeun. Le sérum était alcalin et limpide. L'huile se mélangea par l'agitation avec le sérum, mais au bout de quelque temps de repos au bain-marie de 36 à 38° cent, la séparation de l'huile et du sérum s'était opérée d'une manière à peu près complète. Le sérum du sang d'homme et celui de cheval se comportèrent de la même manière avec l'huile d'olive.

5e expér. — *Liquide céphalo-rachidien.* 1 gramme de liquide céphalo-rachidien de chien, limpide et alcalin, fut mélangé avec un demi-gramme d'huile d'olive. Par l'agitation du liquide, il y eut division momentanée de l'huile. Bientôt la séparation des deux

liquides fut effectuée, ce qui démontre que l'huile n'avait pas été modifiée par son contact avec le liquide céphalo-rachidien.

Il est facile maintenant, en comparant l'action de la bile, de la salive, du suc gastrique, du sérum du sang, et du liquide cephalo-rachidien, à celle du suc pancréatique sur l'huile d'olive, de voir que, parmi tous ces liquides de l'économie, le suc pancréatique seul modifie, ainsi que nous l'avons avancé, la matière grasse neutre.

Toutes les expériences qui précèdent ont été reproduites un très-grand nombre de fois (1), et elles sont si nettes et si simples à répéter, que chacun pourra en vérifier les résultats avec facilité. Mais c'est ici le lieu de rappeler la distinction essentielle que nous avons établie entre le suc pancréatique *normal* et le suc pancréatique *morbide* ou *altéré*. En effet, cette émulsion instantanée des matières grasses neutres et leur dédoublement en glycérine et en acide gras n'est effectuée que par le suc pancréatique *normal*, c'est-à-dire le suc pancréatique alcalin, visqueux, et coagulant en masse par la chaleur et les acides. Si, au contraire, on mélange par l'agitation avec de l'huile ou de la graisse du suc pancréatique *morbide* ou *altéré*, c'est-à-dire du suc pancréatique toujours alcalin mais, devenu aqueux, sans viscosité, et ne coagulant pas par la chaleur, son action sur les matières grasses est nulle, et bientôt il s'effectue une séparation entre le suc pancréatique inerte et la matière grasse non modifiée. On comprend très-bien que si l'altération du suc pancréatique est incomplète, et que si ce fluide coagule encore un peu par la chaleur, son

(1) Parmi les savants qui jusqu'à présent ont été témoins de nos expériences sur le suc pancréatique, je pourrai citer MM. Magendie, Rayer, Bouillaud, Andral, Bérard, et les membres de la Société de biologie. Je reproduis en outre ces expériences dans tous mes cours de physiologie expérimentale.

action sur la graisse existera, mais d'une manière imparfaite. Cela permettra d'expliquer toutes les qualités intermédiaires possibles du suc pancréatique, depuis son état *normal* ou d'activité parfaite jusqu'à son état de complète *altération* ou d'entière inertie. Je ne reviendrai pas sur les causes qui amènent cette altération, je me suis expliqué à ce sujet au commencement du mémoire.

§ IV. — *Action du suc pancréatique dans la digestion étudiée sur l'animal vivant; son rôle indispensable pour l'absorption des matières grasses neutres et pour la formation du chyle.*

D'après ce qui a été établi dans le paragraphe précédent, il est permis de penser que, pendant la digestion chez les animaux vivants et bien portants, le suc pancréatique se trouvant toujours à l'état *normal*, il sera facile de constater son action spéciale sur les matières grasses neutres alimentaires. Il résultera en effet des expériences qui vont suivre que le suc pancréatique, en émulsionnant et en modifiant les matières grasses dans l'intestin, les rend absorbables, et devient de cette manière l'agent unique et indispensable de la formation de ce liquide blanc homogène qui circule dans les vaisseaux lactés et auquel on donne le nom de chyle. Ce n'est point le moment de discuter la signification du mot *chyle*. Pour moi, le chyle et le chyme, avec les idées qu'on y attache encore aujourd'hui en physiologie, sont des dénominations complétement vides de sens. Seulement j'ai besoin de rappeler un fait qui est du reste parfaitement connu, c'est que les vaisseaux chylifères ou lactés ne contiennent un liquide blanc laiteux homogène qu'à la condition qu'ils aient absorbé des matières grasses dans l'intestin, de sorte que un chyle limpide et transparent (improprement qualifié par quelque auteurs par le mot de chyle végétal) est pour nous un chyle sans matière grasse, tandis qu'un chyle blanc, laiteux, homogène (qualifié, par opposition au précédent, sous

le nom de chyle animal), est un chyle qui contient de la matière grasse émulsionnée et modifiée. Cela étant posé, il sera facile de prouver que c'est le suc pancréatique seul qui émulsionne, modifie dans l'intestin la matière grasse, et la rend absorbable par les chylifères.

Quand j'ai sacrifié des chiens en pleine digestion de matières graisseuses, j'ai constaté parfaitement que la graisse n'est que fluidifiée par la chaleur de l'estomac, qu'elle s'y reconnaît à ses caractères, et qu'elle se fige à la surface du suc gastrique par le refroidissement, comme de la graisse sur du bouillon. Dans l'intestin au contraire, au-dessous de l'ouverture des conduits pancréatiques, la graisse ne peut plus être distinguée par ses caractères; elle forme une matière pultacée, crémeuse, émulsive, colorée en jaunâtre par la bile. Les vaisseaux chylifères se voient alors gorgés d'un chyle blanc laiteux, homogène. En faisant sur des chiens la ligature des deux canaux pancréatiques, dont le plus petit s'ouvre très-près du canal cholédoque, tandis que le plus volumineux s'ouvre dans l'intestin à 2 centimètres plus bas, j'ai constaté que la graisse reste inaltérée dans l'intestin grêle, et que les vaisseaux chylifères ne contiennent plus qu'un chyle limpide, exempt de la matière grasse, qui n'a pas pu être absorbée à cause de la soustraction du suc pancréatique.

On pourrait se contenter de cette expérience comme preuve que la présence du suc pancréatique est indispensable à la formation du chyle. Mais j'ai trouvé une autre manière de prouver le même fait par une expérience très-élégante et irréprochable, parce qu'elle n'exige aucune mutilation préalable et qu'elle est très-facile à répéter par tout le monde. C'est chez le lapin, où la nature semble avoir été au-devant des désirs de l'expérimentateur en faisant ouvrir, par une bizarrerie singulière, le canal pancréatique, qui est unique, très-bas dans l'intestin, à 35 centimètres au-dessous du canal cholédoque. Or, il arrive que lorsqu'on fait manger de

la viande ou des matières grasses à des lapins, la graisse, passe inaltérée dans l'estomac et descend dans l'intestin sans subir aucune modification, jusqu'au moment où vient se déverser le suc pancréatique, à 35 centimètres au-dessous de l'ouverture du canal cholédoque; et on voit c'est précisément après l'abouchement du canal du pancréas que les vaisseaux chylifères commencent à contenir un chyle blanc laiteux, tandis que plus haut ils ne contiennent qu'un chyle transparent. Il y a donc chez le lapin, dans ces conditions, les deux espèces de chyle : le chyle transparent et sans graisse émanant des 37 centimètres d'intestin grêle situés avant l'abouchement du canal pancréatique, et le chyle laiteux homogène contenant de la graisse émanant des portions de l'intestin grêle placées au-dessous de l'abouchement du canal pancréatique. Je connais en physiologie peu d'exemples d'expérience aussi simple et aussi décisive que celle-là. Voici le procédé le plus rapide et le plus commode pour la répéter.

EXPÉRIENCE. — On prendra préférablement un gros lapin adulte, et on le fera jeûner pendant vingt-quatre ou trente-six heures; puis on ingèrera dans son estomac, à l'aide d'une seringue et d'une sonde de gomme élastique, 15 ou 20 grammes de graisse de porc (saindoux), fluidifiée préalablement par une douce chaleur. Après cela, on donnera à manger au lapin de l'herbe ou des carottes, ce qui aidera à faire descendre la graisse dans l'intestin. On assommera le lapin au bout de trois ou quatre heures; on ouvrira aussi rapidement que possible le ventre, et on constatera avec grande facilité que la graisse n'est émulsionnée et modifiée que 35 centimètres après l'ouverture du canal cholédoque, au point où le suc pancréatique s'est déversé dans le duodénum, et que ce n'est qu'après cela que les vaisseaux chylifères blancs laiteux commencent à se montrer pour continuer à exister ensuite plus ou moins bas dans l'intestin grêle.

Mais, dira-t-on, puisqu'il est si simple et si facile de démontrer que c'est le suc pancréatique et non la bile qui émulsionne la graisse pour la rendre absorbable par les vais-

seaux chylifères, comment se fait-il que la chose soit restée ignorée si longtemps, et que Brodie (1) ait soutenu par des expériences que ce rôle appartenait à la bile? Je crois, en effet, être le premier qui ait démontré cette action du fluide pancréatique sur les matières grasses et je pense avoir donné à l'appui des preuves expérimentales suffisantes. Si les physiologistes qui ont expérimenté directement sur le fluide pancréatique n'ont pas reconnu cette propriété, c'est qu'ils ne l'ont pas cherchée, peut-être parce qu'ils étaient imbus de cette idée fausse que le suc pancréatique est analogue à la salive. Du reste, si aujourd'hui, comme je l'espère, la chose reste claire et acquise à la science, je dois avouer qu'il m'a fallu longtemps rechercher et travailler, et sacrifier bien des animaux, avant de parvenir à établir les faits tels que je les donne dans ce mémoire.

Relativement aux expériences de Brodie, il faut les rapprocher de celles de M. Magendie (2), avec lesquelles elles furent en contradiction. Voici, en effet, ce qui arriva : M. Magendie rendit compte, dans son *Journal de physiologie*, des expériences de Brodie, desquelles il résultait que ce physiologiste, après avoir lié le canal cholédoque sur des chats, avait observé que les vaisseaux chylifères ne contenaient plus de graisse, et que le chyle était limpide et transparent. M. Magendie, dans l'intention de vérifier les mêmes expériences, fit la ligature du canal cholédoque sur des chiens, et il observa, contrairement à Brodie, que, malgré l'absence de la bile dans l'intestin, la graisse avait été émulsionnée, et que les chylifères contenaient un chyle blanc laiteux homogène. Ces expériences peuvent s'expliquer ainsi qu'il suit : Chez le chat, le canal

---

(1) *Quaterly journal of science*, janvier 1823.

(2) *Journal de physiologie expérimentale*, 1823, t. III, p. 93.

pancréatique principal (1) s'anastomose avec le canal cholédoque avant de s'ouvrir dans l'intestin, de sorte qu'il est supposable que Brodie, n'ayant en vue que l'action de la bile, et n'attachant pas d'importance au canal pancréatique, l'aura lié avec le canal cholédoque, et de cette façon, on s'explique très-bien comment la graisse n'a pas pu être émulsionnée, et comment le chyle était limpide et ne contenait pas de matière grasse. M. Magendie fit ses expériences sur des chiens, où le canal cholédoque est complétement isolé des deux conduits pancréatiques. Il en résulte clairement que l'écoulement, du suc pancréatique étant resté libre, la graisse put continuer à être émulsionnée, et le chyle rester blanc laiteux homogène. Ces expériences sont donc exactes de part et d'autre ; la différence des résultats s'expliquerait par la disposition particulière des insertions des conduits pancréatiques sur les espèces d'animaux qui ont servi à ces expériences. De sorte que ces faits ne se contredisent réellement pas, et ils viennent à l'appui de ce que j'ai établi, à savoir que c'est le suc pancréatique et non la bile qui agit sur la graisse et la rend absorbable.

Conclusion. Actuellement je pense avoir atteint le but que je m'étais proposé au commencement de ce mémoire, c'est-à-dire que je crois être parvenu à démontrer expérimentalement que le fluide pancréatique est destiné, à l'exclusion de tous les autres liquides intestinaux, à modifier d'une manière spéciale, ou autrement dit, à digérer les matières grasses neutres contenues dans les aliments, et à permettre de cette manière la formation du chyle ou leur absorption ultérieure par les vaisseaux chylifères.

Je viens d'examiner la fonction du suc pancréatique, indépendamment de celle de la bile. Dans un autre travail, je montrerai qu'en s'unissant, ces deux fluides ont encore un

---

(1) Il y a bien chez le chat un autre petit conduit pancréatique, mais il est rudimentaire et m'a paru imperméable.

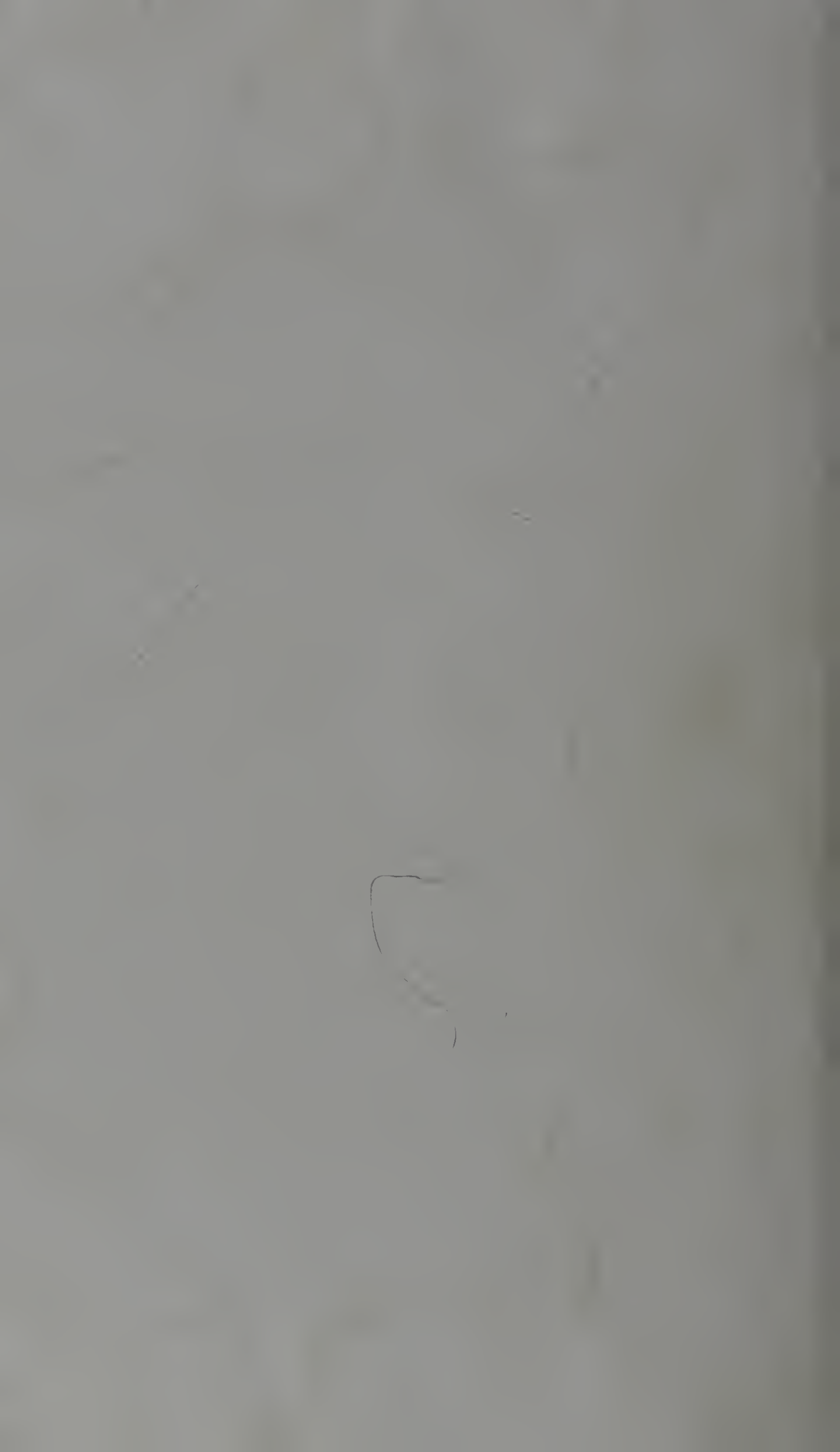
autre rôle à remplir dans la digestion, et à ce propos, j'étudierai avec soin les propriétés de la matière active du suc pancréatique, que je suis parvenu à isoler et à caractériser.

En terminant, je dois ajouter encore que les expériences contenues dans ce mémoire n'infirment nullement les observations de MM. Bouchardat et Sandras (1), qui apprennent que l'amidon est transformé en glucose par le suc pancréatique. Seulement je ferai remarquer que cette action du fluide pancréatique sur l'amidon ne lui est pas spéciale; c'est une propriété générale qui appartient à la salive mixte, au sérum du sang, à une foule d'autres liquides alcalins de l'économie (2), et aussi bien au suc pancréatique morbide ou altéré qu'à celui qui est normal. La modification des matières grasses neutres constitue au contraire le rôle essentiel et spécial du suc pancréatique dans la digestion, puisqu'il ne partage cette propriété avec aucun autre fluide de l'économie, et qu'il la perd aussitôt que sa matière coagulable active se trouve altérée.

---

(1) Comptes rendus de l'Institut.

(2) Voir mon mémoire sur le rôle de la salive dans la digestion, dans les *Archives générales de médecine*, janvier 1847.




20cm
STAINLESS STEEL